

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-144528

(P2014-144528A)

(43) 公開日 平成26年8月14日(2014.8.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B26F 3/00 (2006.01)	B26F 3/00 N	3C060
B24C 3/00 (2006.01)	B24C 3/00 A	3C269
B23K 26/00 (2014.01)	B23K 26/00 M	4E001
B23K 26/38 (2014.01)	B23K 26/38 320	4E068
B23K 10/00 (2006.01)	B23K 10/00 501A	

審査請求 未請求 請求項の数 19 O L 外国語出願 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-259726 (P2013-259726)
 (22) 出願日 平成25年12月17日 (2013.12.17)
 (31) 優先権主張番号 02853/12
 (32) 優先日 平成24年12月18日 (2012.12.18)
 (33) 優先権主張国 スイス(CH)

(71) 出願人 513318456
 マイクロマシニング アクチェンゲゼルシャフト
 スイス国 4912 アアーヴァンゲン、ミッテルシュトラーセ 8
 (74) 代理人 110000855
 特許業務法人浅村特許事務所
 (72) 発明者 ヴァルター マオラー
 スイス国、オフトリンゲン、ミットラーレ、ビューネンベルクシュトラーセ 61
 Fターム(参考) 3C060 CE16
 3C269 AB01 AB03 BB03 BB05 CC02
 DD01 MN09 MN27 MN34 PP03
 PP20 QE34
 4E001 AA01 BA04 QA01
 4E068 AE01 CB03 CC00 CC02

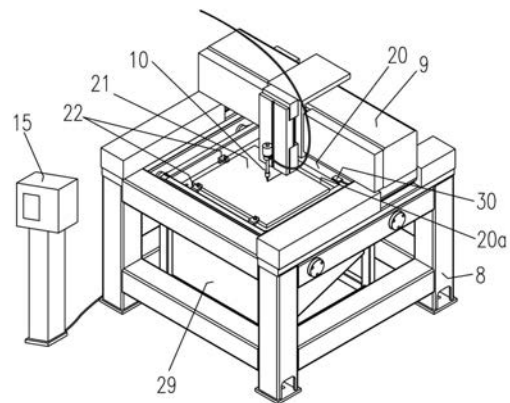
(54) 【発明の名称】 少なくとも1つの機械加工ジェットにより一連の工作物を機械加工するための方法

(57) 【要約】

【課題】 少なくとも1つの機械加工ジェットにより一連の工作物21を機械加工するための方法を提供すること。

【解決手段】 本方法は、以下のステップを含む：各工作物21は、工作物を一意的に識別するための識別子と関連付けられ；それぞれの工作物の機械加工中に、機械加工ジェットの時間特性が少なくとも1つのセンサ30により検出され；検出された時間特性は、少なくとも1つの比較値を得るべく評価され；不正確な機械加工を検出するために、少なくとも1つの比較値が少なくとも1つの閾値と比較される。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも 1 つの機械加工ジェットにより一連の工作物 (2 1) を機械加工するための方法であって、

前記各工作物 (2 1) は、前記工作物を一意的に識別するための識別子と関連付けられ、

それぞれの工作物の機械加工中に、前記少なくとも 1 つの機械加工ジェットの時間特性 (4 0) が少なくとも 1 つのセンサ (3 0) により検出され、

前記検出された時間特性 (4 0) は、少なくとも 1 つの比較値 (U v) を得るべく評価され、

不正確な機械加工を検出するために、前記少なくとも 1 つの比較値が少なくとも 1 つの閾値 (U s) と比較される、

方法。

【請求項 2】

前記それぞれの工作物 (2 1) は、前記少なくとも 1 つの閾値からの前記少なくとも 1 つの比較値のずれの関数として決定されるエラー指標と関連付けられる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記エラー指標がフラグを備え、且つ / 又は前記エラー指標から情報を得ることができ、前記情報は、前記工作物 (2 1) が前記機械加工ジェットにより機械加工された機械加工領域 (2 5) のうちのいずれかにおいて、前記少なくとも 1 つの比較値の絶対値が前記少なくとも 1 つの閾値よりも大きいことを示す、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記少なくとも 1 つの比較値 U v が所定の期待値 U e の関数として形成され、前記少なくとも 1 つの比較値 U v が前記少なくとも 1 つのセンサ (3 0) の測定信号 U と前記期待値 U e との間の差の絶対値として形成される、すなわち、 $U v = | U - U e |$ であることが好ましい、請求項 1 から 3 までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

機械加工中のエラーの存在は、以下の基準、すなわち、1 つの工作物 (2 1) を機械加工するとき、少なくとも所定の時間にわたって持続する少なくとも 1 つの時間区間が存在し、この時間区間中にわたって前記少なくとも 1 つの比較値の絶対値が前記少なくとも 1 つの閾値を超えるという基準の関数として決定される、請求項 1 から 4 までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

較正が行なわれ、この較正では、前記少なくとも 1 つの機械加工ジェットが出された状態で、前記少なくとも 1 つのセンサ (3 0) の信号 (U 0) が、原点 (N P) からの前記少なくとも 1 つの機械加工ジェットの距離 (d) の関数として検出され、前記較正が好ましくは前記一連の工作物 (2 1) の機械加工前に行なわれる、請求項 1 から 5 までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つのセンサ (3 0) は、前記少なくとも 1 つの閾値からの前記少なくとも 1 つの比較値のずれに応じて前記少なくとも 1 つの機械加工ジェットの特性を変えるための閉ループ制御の一部である、請求項 1 から 6 までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 8】

前記閉ループ制御は、以下の構成要素、すなわち、

前記少なくとも 1 つの機械加工ジェットを移動させるためのドライブ、

前記少なくとも 1 つの機械加工ジェットを加圧下で機械加工ヘッド (1 0) から噴出するためのポンプ、

研磨材を前記少なくとも 1 つの機械加工ジェットに加えるための注入装置のうち少なくとも 1 つを備える、請求項 7 に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 9】

前記少なくとも 1 つの比較値が前記少なくとも 1 つの閾値を連続して数回上回る、又は下回る場合には、工作物 (2 1) の機械加工が中断される、請求項 1 から 8 までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 10】

機械加工中に、前記それぞれの工作物 (2 1) は、前記少なくとも 1 つのセンサ (3 0) を備える工作物支持体 (2 0) 上に支持される、請求項 1 から 9 までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 11】

前記少なくとも 1 つのセンサ (3 0) は、
固形物、液体、及び / 又は空気の振動を検出し、
前記少なくとも 1 つの機械加工ジェットが前記工作物支持体 (2 0) 及び / 又は前記工作物 (2 1) に対して及ぼす圧力を検出し、且つ / 或いは
前記少なくとも 1 つの機械加工ジェットを光学的に、特にカメラの形態で検出するように構成される、請求項 1 から 10 までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 12】

前記少なくとも 1 つの機械加工ジェットは、研磨粒子を伴う或いは伴わない液体から、気体及び / 又は光子から形成され、前記少なくとも 1 つの機械加工ジェットが材料層を貫いて切断するための切断ジェットであることが好ましい、請求項 1 から 11 までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 13】

前記少なくとも 1 つの比較値 (U v) を得ることは、前記検出された時間特性 (4 0) と較正值との比較を含み、前記較正值は、前記少なくとも 1 つの機械加工ジェットと前記少なくとも 1 つのセンサ (3 0) との間の距離が変えられるときの前記少なくとも 1 つのセンサ (3 0) の信号の変化を定義する、請求項 1 から 12 までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 14】

不正確な設定を検出するために、前記少なくとも 1 つの比較値 (U v) は、前記取得された時間特性 (4 0) を評価して、前記取得された時間特性 (4 0) と記憶データとを比較することによって得られ、前記記憶データは、設定パラメータと予期されるべきセンサ信号との間の関係を定義するとともに、前記少なくとも 1 つの閾値 (U s) を得るために使用され、好ましくは前記比較が周波数スペクトルで行なわれる、請求項 1 から 13 までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 15】

前記それぞれの機械加工された工作物に関して、識別子と前記検出された時間特性に関する情報とを備えるデータが記憶され、前記データは、要求される生産条件の検証に役立つ、請求項 1 から 14 までのいずれか一項に記載の方法。

【請求項 16】

動作中に、工作物 (2 1) を機械加工するための少なくとも 1 つの機械加工ジェットを発生させ、
前記工作物を機械加工するときに前記少なくとも 1 つの機械加工ジェットの時間特性 (4 0) を検出するための少なくとも 1 つのセンサ (3 0) を備える
請求項 1 から 15 までのいずれか一項に記載の方法を実施できる機械加工装置であって、
機械加工装置には、プログラムが備えられており、前記プログラムの実行中に、前記方法を行なうことができる、
機械加工装置。

【請求項 17】

前記少なくとも 1 つのセンサ (3 0) を備える工作物支持体 (2 0) を有し、機械加工中に前記工作物支持体 (2 0) 上に前記工作物 (2 1) が支持される、請求項 16 に記載の機械加工装置。

10

20

30

40

50

【請求項 18】

前記工作物支持体がフレーム(20)を備え、このフレーム(20)上に前記工作物(21)を保持手段(22)により締結できる、請求項16又は請求項17に記載の機械加工装置。

【請求項 19】

工作物を機械加工するための、特に、工作物表面を構造化する且つ/若しくは圧縮成形するため、切断するため、及び/又はドリル加工するための、請求項1から15までのいずれか一項に記載の方法、並びに/或いは、請求項16から18までのいずれか一項に記載の機械加工装置の使用。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、少なくとも1つの機械加工ジェットにより一連の工作物を機械加工するための方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

機械加工ジェットを発生させるために、様々な媒体、例えば流体、光子、及び/又は気体を使用される。前記ジェットは、固定した形態を有さず、その時間特性が変化しやすい一種の動的な工具を形成する。例えば、研磨材を含む水から液体ジェットが形成される場合には、一時的に研磨材が少ない度合で水に供給され、したがって、液体ジェットが少ないエネルギーを伴って工作物に作用することが起こり得る。レーザ、ガス切断、又はプラズマジェットを用いた機械加工時には、例えば、溶融材料が例えばビードの形態で工作物の表面上に沈着することが起こり得る。工作物が依然として機械加工されるべき機械加工領域上にこれらのビードが見出され得る場合、機械加工ジェットは、意図されたものとは異なる形態を伴って、工作物に作用することになる。

【0003】

機械加工ジェットの時間的变化により、結果として工作物が様々な品質で機械加工される可能性がある。従来の方法では、品質がより低い工作物を見つけることができるように最終検査中に各工作物がチェックされることが必要である。結果として、工作物の製造は、比較的複雑であり、スクラップの増加をもたらす。

【0004】

欧州特許出願公開第1577727号には、例えば2つのプレートをレーザ溶接するとき品質制御を行なうために基準信号が取得されて評価される方法が記載される。一連の幾つかの工作物が機械加工されるべきときにそのような制御を簡略化するための手段は提供されない。

【0005】

欧州特許出願公開第0816957号は、アブレイシブウォータージェット切断のための方法について記載し、この方法では、ノズル内の圧力が検出されて、対応する信号が制御ユニットに供給される。この方法においてもやはり、一連の工作物において品質制御を簡略化するための手段が提供されない。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0006】**

【特許文献1】 欧州特許出願公開第1577727号

【特許文献2】 欧州特許出願公開第0816957号

【発明の概要】**【発明が解決しようとする課題】****【0007】**

本発明の目的は、一連の工作物を機械加工ジェットにより機械加工するためのより効率的な方法を提供することである。

10

20

30

40

50

【課題を解決するための手段】

【0008】

この目的を達成する方法は、請求項1において規定される。さらなる請求項は、方法と、方法を実施できる機械加工装置と、方法及び/又は機械加工装置の使用との好ましい実施形態を与える。

【0009】

請求項1に係る方法において、各工作物は、一意的な識別のための識別子と関連付けられ、また、それぞれの工作物の機械加工中の機械加工ジェット的时间特性が、少なくとも1つのセンサにより検出されて、評価され、少なくとも1つの閾値と比較される。それにより、機械加工エラーを簡単な方法で検出できる。

10

【0010】

好ましくは、エラー指標が工作物と関連付けられる。それにより、工作物の実際の機械加工品質のための最終検査中に、プラスのエラー指標を有する工作物を明確にチェックできる。

【0011】

以下、図を参照して、本発明を例示的な実施形態により説明する。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図1】本発明に係る機械加工装置の斜視図である。

【図2】機械加工されるべき工作物の一例の平面図である。

20

【図3】センサと機械加工領域との間の距離の関数としてのセンサの信号を示すグラフである。

【図4】図4aは、図1に係る機械加工装置の動作中の測定信号の時間的経過を示すグラフである。図4bは、予期されるセンサ信号の時間的経過を示すグラフである。図4cは、測定信号と予期されるセンサ信号との間の差を示すグラフである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

図1は、床上に立つフレーム構造8を有する機械加工装置を示し、フレーム構造8上には可動ブリッジ9が配置される。前記ブリッジには機械加工ヘッド10が配置され、この機械加工ヘッド10は、ブリッジ9に対して横方向に移動させられ、したがって、水平面内で移動させられ得る。また、機械加工ヘッド10は、この水平面に対して垂直に移動させられ得る。したがって、機械加工ヘッドは、少なくとも3つの独立する軸に沿って移動させられ得る。機械加工ヘッド10の制御は、コントローラ15、例えばCNCコントローラの形態で数値制御器によって行なわれる。

30

【0014】

機械加工装置には、機械加工ジェットを動作中に発生させるために通常の構成要素が設けられ、機械加工ジェットは、機械加工ヘッド10から出射するときに工作物21を機械加工する。機械加工は、例えば、高圧下の液体、又は熱的に、すなわち、熱の影響を受けた液体により形成されるジェットを用いて、或いはその組合せを用いて行なわれる。機械加工ジェットの例は以下の通りである。

40

- ピュアウォータージェット切断のための純水によるウォータージェット
- アブレイシブウォータージェット切断のための研磨材の付加を伴う水によるウォータージェット（ウォータアブレイシブ懸濁液ジェットを形成するために、研磨材を予め高圧ポンプで付加していても、又はアブレイシブインジェクタジェットを形成するために、研磨材を機械加工ヘッド10においてのみ付加してもよい）
- 付加的な研磨材を伴う又は伴わない、水以外の液体から形成されるジェット
- 光子及び/又は気体などの他の媒体から形成されるジェット、例えばレーザージェット、プラズマジェット、ガス切断ジェットなど

【0015】

機械加工は、様々なプロセス、例えば以下のプロセスを含むことができる。

50

- 材料層を貫いて切断するプロセス、特に工作物を例えば輪郭に沿って切断することにより、又は穴をドリル加工することにより、工作物を切断するプロセス
- 工作物表面を構造化するプロセス、特に彫り込む且つ/又は材料を除去するプロセス
- 工作物表面を圧縮成形するプロセス

【0016】

コントローラ15は、キーボード、モニタ、及び/又はポインティングデバイス(例えば、タッチスクリーン)など、情報を入出力するための従来の装置と、データ処理のため及び動作中に機械加工ヘッド10の移動をもたらす制御信号を生成するための手段とを備える。好ましくは、これらの手段は、中央処理ユニット(CPU: Central Processing Unit)、及び例えばランダムアクセスメモリ(RAM: Random Access Memory)の形態のメモリ、及び/又はハードディスクを有するコンピュータを備える。

10

【0017】

機械加工装置は工作物支持体20を備え、工作物支持体20上には、機械加工されるべき工作物が支持される。この例示的な実施形態において、工作物支持体20には内側領域に凹部20aが設けられ、したがって、工作物支持体20は、工作物21がその縁部上で支持されるフレームを形成する。機械加工装置には、工作物21を保持するための保持手段22が設けられる。保持手段22は例えばクランプとして形成され、これらの保持手段を用いて工作物21が工作物支持体20に押し付けられる。

【0018】

20

機械加工ジェットが液体ジェットして形成される場合には、図1に係る例示的な実施形態において本明細書中に示されるように、水を充填可能な収集タンク29(「ジェットキャッチャー」)がフレーム構造8内に配置される。収集タンク29は、工作物21を貫通した後の液体ジェットに固有の残留エネルギーを消散させるのに役立つ。

【0019】

機械加工ジェットの時間特性を検出するために、機械加工装置は少なくとも1つのセンサ30を有する。前記センサはコントローラ15に接続され、コントローラ15において、センサ30から供給されるデータが評価される。

【0020】

機械加工ジェットの形態に応じて、異なるタイプのセンサ、例えば、音響センサ、光センサ、特に撮像センサ、及び、圧力センサを使用できる。以下、想定し得るタイプのセンサについて詳しく説明する。

30

【0021】**a) 固体伝搬音を検出するためのサウンドセンサ**

機械加工ジェットを使用する機械加工中、エネルギーが工作物21中で局所的に解放され、それにより、工作物21中を伝搬していわゆる固体伝搬音を発生させる弾性波の生成がもたらされる。

【0022】

図3及び図4を参照して後述するように、機械加工ジェットの特性の時間的变化は、音響レベルの対応する変化を引き起こす。

40

【0023】

固体伝搬音を検出するために、センサ30は、工作物上に或いは機械加工装置自体の上に、例えば図1に示されるように工作物支持体20に配置される。この第2の変形例では、工作物21から工作物支持体20への音響伝達は、工作物21が保持手段22によって強固にクランプされるという点において確保される。機械加工ジェットにより引き起こされる悪影響から及び/又は汚染物質からセンサ30を保護するために、凹部を工作物支持体20に設けることができ、凹部の中にセンサ30が受け入れられ、凹部は、少なくとも工作物21又は機械加工ジェットへ向けて面する側で閉じられるように形成される。

【0024】

意図される使用に応じて、センサ30は、機械加工装置の他の場所に、例えば、切断へ

50

ッド10上又は切断ヘッド10内、ポンプ、などに配置することもできる。

【0025】

センサとしては、特に、アコースティックエミッションセンサが適している。アコースティックエミッションセンサは、例えば、圧電測定素子が内部に配置されるセンサハウジングの形態を成して構成される。センサ30は、工作物支持体20の振動が圧電測定素子に伝えられるように、例えばネジを用いて或いは磁氣的に、工作物支持体20上に固定される。

【0026】

b) 機械加工ジェットにより発生させられる音を検出するためのサウンドセンサ

液体ジェットが機械加工ジェットとして使用される場合、このジェットは、機械加工ヘッド10から高速で出射する。これは、特に、空気中で伝搬する音を発生させる。これらの振動を検出するのに適するのは、例えば、マイクロフォンである。

【0027】

前述した固体伝搬音と同様に、機械加工ジェットの特性の変化は、空気伝搬音の変化をもたらす。

【0028】

c) 圧力を検出するためのセンサ

特に、機械加工ジェットとして使用される液体ジェットは、機械加工中に特定の圧力を伴って工作物21に作用する。圧力は、機械加工ジェットの特性が作用的に変化すれば変わる。圧力は、例えば工作物21と工作物支持体20との間に配置される圧力センサによって検出され得る。

【0029】

d) 撮像センサ

カメラの形態を成す撮像センサを用いて機械加工ジェットの特性を検出することもできる。

【0030】

例えば液体ジェットを用いた機械加工中、液体及び工作物21から除去される材料のクラウドが機械加工領域で生じる。液体ジェットの特性の変化が、クラウドの形態、例えばクラウドのサイズを変えるということが本発明との関連で分かった。クラウドを捕らえて画像を評価することにより、液体ジェットの現在の特性を決定することができる。

【0031】

機械加工が熱の影響下で行なわれる場合には、機械加工ジェット及び機械加工領域を画像内で捕捉するためにサーモグラフィカメラを使用できる。ここでも、画像を評価することによって機械加工ジェットの特性の変化を検出できる。

【0032】

図2は、工作物21としてのプレートの一例を示し、この工作物21から所定の形状21'が切り取られるようになっている。この形状は輪郭25によって規定される。この例において、形状21'は、2つのカットアウトを有し、輪郭25が、外側輪郭25aと2つの内側輪郭25b、25cとから構成されるようになっている。機械加工ジェットの形態に応じて、工作物21の材料層を貫く切断により生じる壁は、工作物21の上面に対して正確に垂直にはならない。この場合、工作物の下側の輪郭は、上側の輪郭25と正確に一致しないことになる。したがって、所要の品質を得るために、必要に応じて、切断壁が再加工されることになる。

【0033】

図2は、XY座標系も示しており、以下の説明では、センサ30としての音響センサが座標系の原点NPに配置されると仮定する。センサ30は固定されており、一方、機械加工ジェットを輪郭25に沿って移動させるように、機械加工ヘッド10が移動させられる。したがって、センサ30と機械加工ヘッド10との間、したがってセンサ30と機械加工ジェットとの間の距離dは、経時的に変化することになる。それに対応して、センサの測定信号がより強くなり又はより弱くなることになる。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 4 】

工作物 2 1 を機械加工するときのこのシステムに固有の変化をフィルタにかけて除去するために、測定信号が予め較正される。この目的のため、機械加工ジェットを用いて、例えば原点 N P から最小距離を隔てて前記ジェットを移動させることにより、少なくとも 1 つの試験工作物が機械加工され、距離 d の関数として測定信号が検出される。図 3 は、距離 d の関数として変動する例示的な測定信号 U_0 を示す。測定信号 U_0 は、典型的には、音の強度に対応する電圧値である。信号 U_0 と距離 d との間の相関関係を精密化するために、機械加工ジェットが複数の機械加工経路に沿って移動することができ、また、それぞれの測定値を平均化できる。

【 0 0 3 5 】

その後、例えば、収集された測定値に対して数学関数があてはめられる。前記関数は、実線で描かれる曲線 3 5 によって図 3 に示される。或いは、信号値 U_0 と関連する距離値 d とを含むテーブルを作成することもできる。

【 0 0 3 6 】

関数又はテーブルの形態を成すこれらの較正データは、その後、所定の工作物 2 1 に対する機械加工動作に関して予期されるセンサ信号 U_e を時間 t において計算するためにコントローラ 1 5 によって使用される。切断されるべき輪郭 2 5 を規定するデータから、コントローラ 1 5 は、プログラムを用いて、距離 d の時間的経過を決定し、その後、較正データを用いて、予期されるべきセンサ信号 U_e の時間的進行を決定する。したがって、 U_e は、工作物 2 1 を機械加工する際に測定される信号 U と比較され得る標準値を与える。

【 0 0 3 7 】

図 4 b は、時間 t に応じた予期されるべき例示的なセンサ信号 U_e を示す。図 4 a は、工作物 2 1 を機械加工する際にセンサ 3 0 により与えられる測定信号 U の例示的な時間的経過 4 0 を示す。図 4 c に係る一番下の図は、 $U - U_e$ 、すなわち、測定信号 U と予期されるセンサ信号 U_e との間の差を示す。

【 0 0 3 8 】

図 4 に係る例では、異なる時間点 $t_1 \sim t_8$ が時間軸 t 上にマークされ、これらは以下の機械加工状態を示す。

【 0 0 3 9 】

時間 $t = 0 \sim t = t_1$ 及び時間 t_8 から先では、いずれの場合にも、機械加工装置が動作中であるが、機械加工ジェットが止まった状態にある。

【 0 0 4 0 】

t_1 では、機械加工ジェットが出て工作物に衝突する。このとき、センサ 3 0 の信号 U が特定の領域で変動する。時間区間 $t_1 - t_2$ 間、 $t_3 - t_4$ 間、 $t_5 - t_6$ 間、及び、 $t_7 - t_8$ 間では、いずれの場合にも、機械加工ジェットは、予期される特性にほぼ対応し、したがって、変動は僅かである。

【 0 0 4 1 】

$t_2 - t_3$ 間、 $t_4 - t_5$ 間、 $t_6 - t_7$ 間では、機械加工ジェットの特性は著しく変化しており、したがって、ジェットがもはや標準状態に対応しない。例えば、アブレイシブウォータージェット切断中に、研磨材が少ない度合で水に供給され、したがって、機械加工ジェットが少ないエネルギーを伴って工作物に作用することが起こり得る。

【 0 0 4 2 】

標準状態からのずれは、信号値 U がかなり低いレベルまで降下するという事実に起因して、信号進行曲線 4 0 において見える。そして、図 4 c に係る信号進行は、値 $U - U_e$ がゼロとはかなり異なるということを示す。

【 0 0 4 3 】

標準状態からのそのようなずれを検出するため、コントローラ 1 5 は、特定の基準に基づいて信号進行 4 0 を評価する。例えば、もはや許容できないずれは、以下の基準が満たされる場合に与えられる： $t_1 \sim t_8$ の時間内において、値 U は、所定の時間 t_s 又はそれよりも長い時間の間に、少なくとも 1 回、所定の閾値 U_s よりも大きい値だけ標準値 U

10

20

30

40

50

eからずれる。すなわち、時間間隔 $t > t_s$ において $|U - U_e| > U_s$ である。

【0044】

比較値を得るために、機械加工ジェットの変動時にシステム固有の変化をフィルタにかけて除去するべく、機械加工中に移動平均が計算されてそこから値 U_e が差し引かれるように、取得されたセンサ信号 U を評価することもできる。

【0045】

機械加工ジェットの特性の変化により、結果として低品質の工作物が機械加工される可能性がある。本明細書中に記載される機械加工装置は、一連の工作物を機械加工する際に、低品質な機械加工が施されている可能性のあるそれらの工作物に関して指標（「エラー指標」）を得ることができるようになる。したがって、最終検査中、全ての工作物を徹底的にチェックする必要がなく、むしろ、プラスのエラー指標を有する工作物をチェックすれば足りる。

【0046】

機械加工のための方法は、例えば以下のように行なわれる。

- 一連の工作物のそれぞれは、工作物を識別できるようにする識別子と関連付けられる。識別子は、例えば、コントローラ 15 によって生成される昇順の数字であってもよく、又は、工作物を機械加工する日付及び時間に対応するデータを識別子として使用することが考えられる。

- それぞれの工作物を機械加工するときに、機械加工ジェットの時間特性がセンサ 30 によって検出される。したがって、先に示された例によれば、信号 $U(t)$ が工作物ごとに得られる。

- 検出された時間特性は、少なくとも 1 つの比較値を得るべく評価される。先に示された例によれば、差 $U_v = |U - U_e|$ が形成される。この場合、 U_e は、較正に基づいて決定されるセンサ 30 の期待値レベルに対応し、また、 U は、 $t_1 \sim t_8$ の区間における値である。機械加工ジェットが止められているときに、したがって、 t_1 の前及び t_8 の後に測定される U の値は、ここでは考慮に入れられない。

- 工作物は、少なくとも 1 つの標準値からの少なくとも 1 つの比較値のずれの関数として定義されるエラー指標と関連付けられる。先に示された例によれば、工作物は、少なくとも t_s 中に差 U_v が U_s よりも 1 倍又は数倍大きい場合に、すなわち、時間間隔 $t > t_s$ において $U_v > U_s$ である場合に、エラー指標と関連付けられる。エラー指標は例えばフラグの形態であってもよい。例えば、

「ずれが検出されない」場合には「0」、及び

「ずれが検出される」場合には「1」。

- 最終検査中、そのフラグが「1」に設定される工作物は、それらの機械加工品質に関してさらに徹底的にチェックされる。

【0047】

フラグと共に、又はフラグに代えて、工作物ごとに他のデータを記憶することもできる。

【0048】

例えば、機械加工ジェットが工作物 21 上の所定の機械加工領域を機械加工した時間 t に対する関係を与えるデータ（以下、「XYデータ」と称される）を記憶することが考えられる。機械加工装置の構造に応じて、これらのXYデータは、例えば、平面内又は空間内の機械加工領域の座標となることができ、及び/又は工作物上の複数の領域が機械加工される場合には、それぞれの機械加工領域に関連付けられる数字となることができ。

【0049】

したがって、閾値 U_s よりも大きいずれ U_v を、この望ましくないずれが生じた機械加工領域の座標と共に記憶することができる。これは、特に機械加工ジェットの特性の異常が生じた場所で工作物をそれらの所望の機械加工品質に関してチェックできるため、特に簡単な最終検査を可能にする。

【0050】

10

20

30

40

50

例えば、タービンブレードの製造中には、多数の穴がドリル加工されるようになっている。穴の数は数百個になる可能性があり、そのため、各穴の測定に非常に時間がかかる。機械加工ジェット的位置の時間的進行を表わす X Y データを付加的に記録することにより、それぞれのタービンブレードの場合に、センサ 30 により測定される値が望ましくないずれを示す穴を明確に見つけて測定することができる。

【 0 0 5 1 】

機械加工ジェット的位置の時間的進行を表わす X Y データは、以下のように様々な方法で得ることができる。

【 0 0 5 2 】

例えば、コントローラ 15 は、それぞれの機械加工ごとに機械加工ヘッド 10 の時間的な動きを決定するプログラムデータから X Y データを読み出す及び / 又は生成することができるように構成される。これは、例えば、PLC (「Programmable Logic Controller (プログラマブル論理コントローラ)」) を含むコントローラ 15 の場合に可能である。

10

【 0 0 5 3 】

機械加工ヘッド 10 の正確な位置決めのため、機械加工装置には、殆どの場合に、フィードバック制御が備えられ、このフィードバック制御により、機械加工ヘッド 10 を移動させるためのモータがフィードバック制御される。ここで、実際の値は、位置変化及び / 又は角度変化を検出するのに適したセンサ、例えばインクリメンタルエンコーダにより検出され、また、位置が設定値のずれにしたがって補正される。したがって、センサの信号から、機械加工ヘッド 10 の時間的な動きを決定できる。

20

【 0 0 5 4 】

また、機械加工ヘッド 10 の経時的な動きを検出するために、1 つ又は複数のセンサを含む別個の測定システムを設けることが考えられる。

【 0 0 5 5 】

さらなる変形形態として、以下のいくつかの情報のうちの 1 つ又は複数を含むプロトコルを作成して記憶することが考えられる：

- 工作物の識別子
- エラー指標
- 時間及び / 又は距離の関数としての機械加工された領域の座標 (X b 、 Y b)
- 工作物上の複数の機械加工領域の場合には、それぞれの機械加工領域に関連付けられる固有の数字 N (例えば、工作物は、例えば 1 ~ N 1 の数字が付される所定数の輪郭線を機械加工領域として有する。)
- 時間、数字 N 、及び / 又は座標 (X b 、 Y b) の関数としての信号 U
- 時間、数字 N 、及び / 又は座標 (X b 、 Y b) の関数としての較正レベル U e
- 時間、数字 N 、及び / 又は座標 (X b 、 Y b) の関数としてのずれ U v

30

【 0 0 5 6 】

前述した座標 (X b 、 Y b) は、X 座標、Y 座標、及び / 又は Z 座標を備えてもよい。

【 0 0 5 7 】

例えば、安全性に関して特に高い要件が満たされなければならない分野において、例えば航空機構造、医療技術、タービン構造などにおいて、機械加工されるべき工作物が使用されるようになっている場合には、プロトコルの作成が有益である。

40

【 0 0 5 8 】

製造プロセスに関するデータの生成及び記憶は、先に概説したように、それぞれの工作物の製造の進展を遡及的に検証できる可能性を与える。これは、例えば、保証や責任の問題が生じるときに行なうことができる。

【 0 0 5 9 】

例示された実施形態において、X 位置、Y 位置、及び、Z 位置は、コントローラから読み出されて、測定信号と共に適時に記録される。想定し得る評価をオフラインモードで行なうこともできる。日付、時間、パラメータセット、プログラム、工作物の数、輪郭の数

50

、及び、輪郭上の位置などの固有の識別表示がデータに加えられる。

【0060】

さらなる変形形態として、機械加工プロセスを制御してこのように前記プロセスを最適化するために、検出されたずれUvを使用することも考えられる。この目的のため、少なくとも1つのセンサ30は、ずれUvに基づいて機械加工ジェットの特性を変えるように構成される閉ループ制御の一部である。フィードバック制御中、Uvの現在の値が、コントローラ15によって「実際の値」として連続的に計算されて、ここではゼロである予め設定された「設定値」と比較される。システムずれが非常に大き過ぎる場合（先の例によれば、実際の値と設定値との間の差が閾値を上回る場合）、コントローラ15は、特定のプロセスパラメータが変えられるように機械工具を制御する。例えば、機械加工ジェットの移動速度及び/又は機械加工ジェットの作用する機械加工エネルギーを減少させることができる。したがって、例えば、液体ジェットによる機械加工中の圧力は、ジェットがより低速で機械加工ヘッド10から出射するように減少させられる。液体ジェットが研磨材と共に使用される場合には、付加される研磨材の量が変わるといった点において、調整可能なプロセスパラメータも与えられる。

10

【0061】

フィードバック制御は、ずれUvが閾値を上回った後に再び閾値を下回る事象の頻度が増大する場合に機械工具に関する設定をチェックする機会をユーザに与えるべく機械加工プロセスが中断されるようにセットアップすることもできる。例えば、アブレイシブウォータージェット切断においては、研磨材がバッチ状態で水へ供給され、それにより、液体ジェットの望ましくない脈動動作がもたらされることが起こり得る。

20

【0062】

さらなる変形形態として、選択された設定のエラーを検出するために工作物機械加工プロセスの初めに取得される時間特性を使用することが考えられる。例えば、機械加工されるべき工作物の材料タイプ、工作物の厚さ、圧力、及び、アブレイシブウォータージェット切断の場合には研磨材のタイプなどの幾つかの設定パラメータを設定のために入力することができる。コントローラ15には、設定パラメータと予期されるべきセンサ信号との間の関係を規定するテーブルが記憶される。このテーブルは、実験的に、及び/又はテストランによって及び/又は実験的に取得されたデータと式とに基づく計算からの結果によって、得ることができる。例えば、テーブルは、特定の与えられた設定パラメータにおいて予期されるべきセンサ信号が所定の周波数範囲内にあるように構成される。動作中、コントローラ15は、測定されたセンサ信号が、入力された設定パラメータにおいて予期されるべき周波数に対応するかどうかを制御する。これが当てはまらない場合には、コントローラ15がエラーメッセージを生成する。その後、ユーザは、実際の設定をチェックして、それにしたがってそれらの設定を補正できる。

30

【0063】

予期されるべき値と測定された値との間の比較のため、特定の基準材料に関して予期されるべき周波数及び/又はエネルギーを含む記憶データを使用することもできる。

【0064】

概して、特定の適した材料に関する生産制御及び生産検証は、例えば医療技術のための部品の生産において有利となり得る。

40

【0065】

以上の説明から、特許請求の範囲により定義される本発明の範囲から逸脱することなく、当業者が多くの変更を自由に成すことができる。

【0066】

機械加工ジェットの時間特性を検出するために2つ以上のセンサ30を使用することが考えられる。センサ30は機械加工装置上の異なる場所に配置され、そのため、レベル及び/又は時間に関する信号進行が通常は異なる。複数のセンサ30を用いた測定により、とりわけ、機械加工ジェットの特性の望ましくないずれの発生と実際の測定値との間の時間遅延を正確に決定することができる。そのため、望ましくないずれを、ずれが発生した

50

工作物上の機械加工領域に対して、したがって、機械加工が最適でなかった可能性がある工作物上の機械加工領域に対して非常に正確に割り当てることができる。

【 0 0 6 7 】

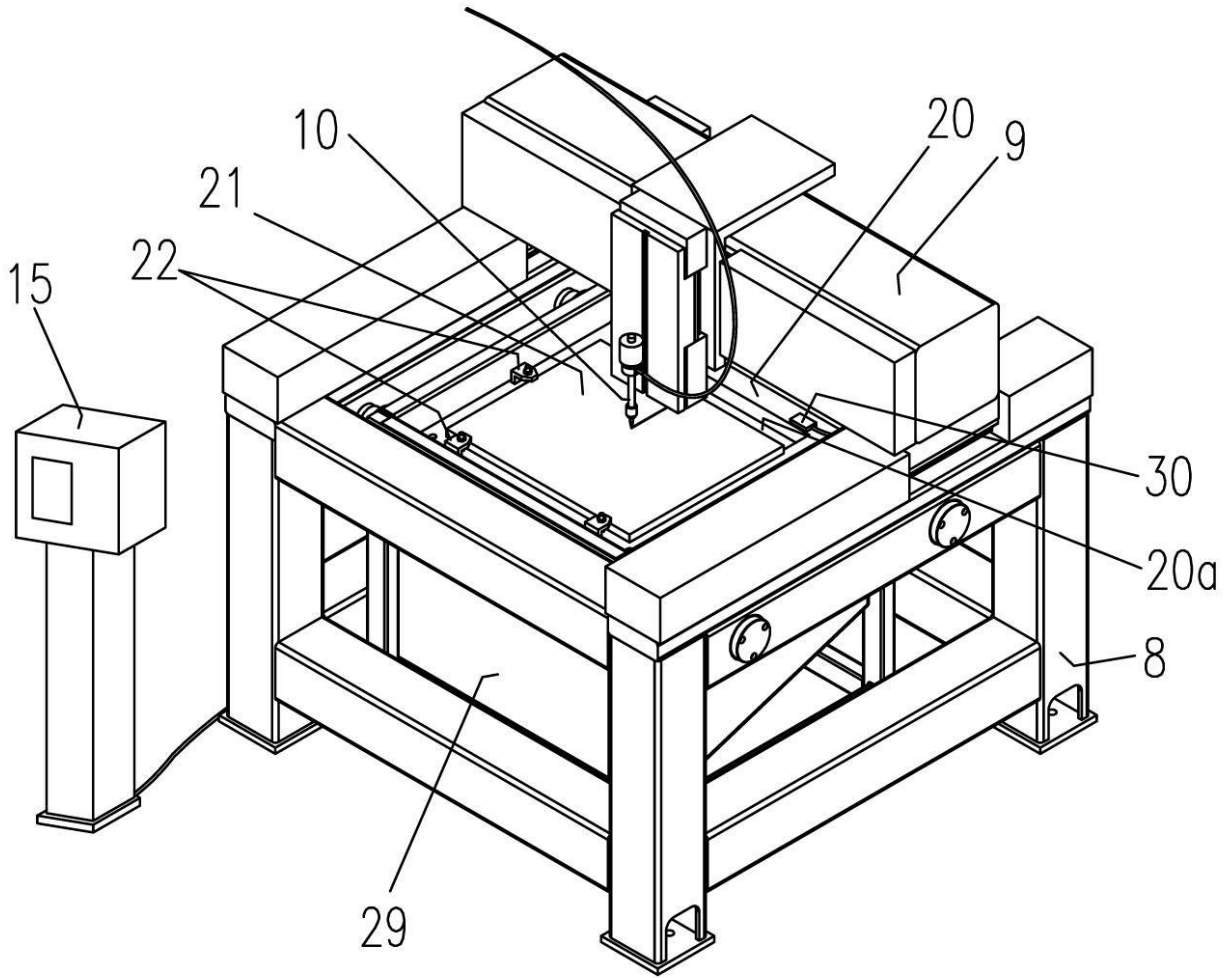
簡略的な実施形態では、時間的な補正値を計算に含めることによって、単一のセンサ 30 による測定中に時間遅延を考慮に入れることもでき、前記補正値は例えば実験的に決定される。

【符号の説明】

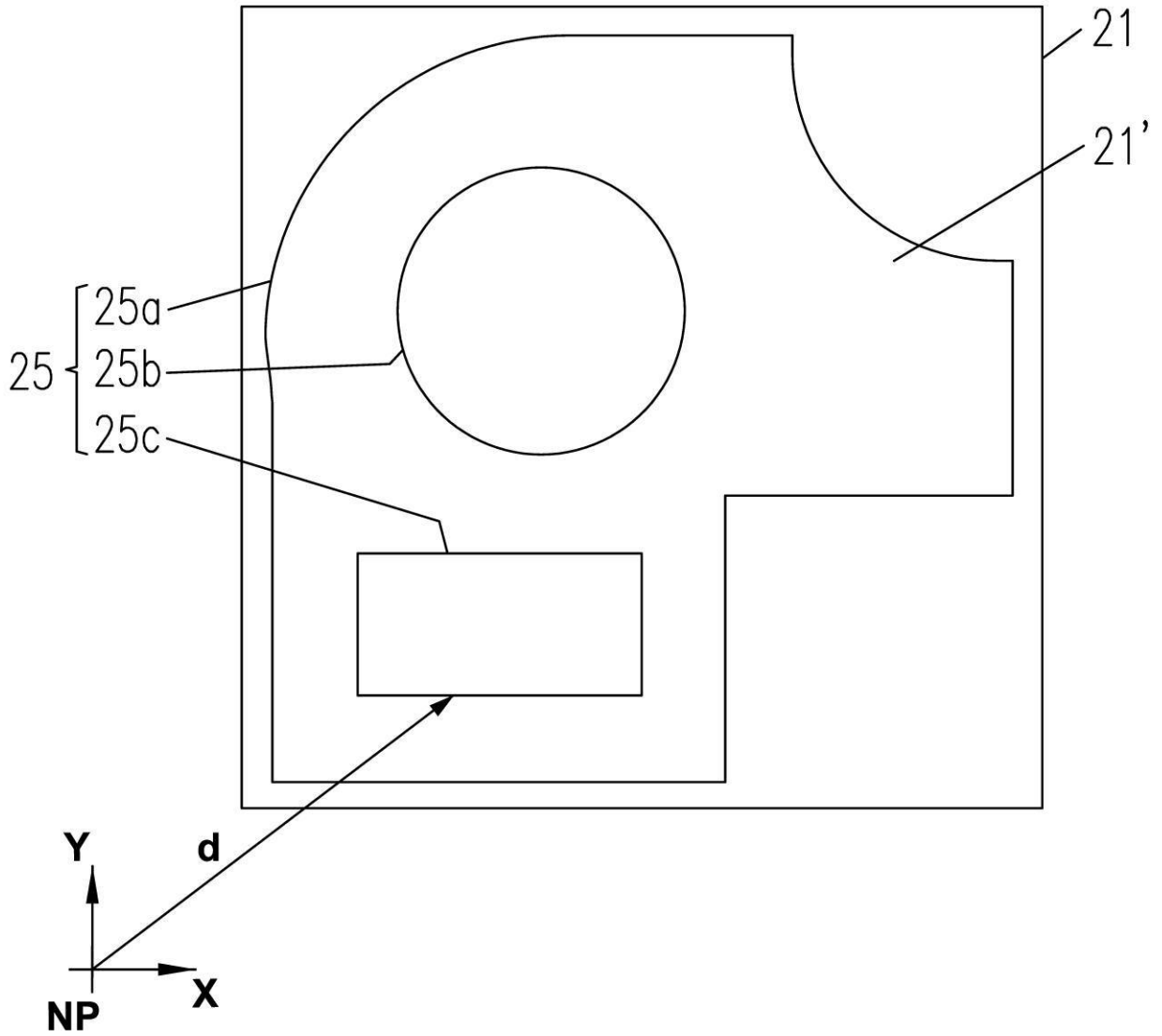
【 0 0 6 8 】

8	フレーム構造	
9	可動ブリッジ	10
10	機械加工ヘッド	
15	コントローラ	
20	工作物支持体	
20 a	凹部	
21	工作物	
22	保持手段	
25	輪郭、機械加工領域	
30	センサ	
40	時間的経過、信号進行曲線、信号進行、時間特性	
U e	センサ信号、標準値、較正レベル、期待値	20
U s	閾値	
U v	ずれ、比較値	

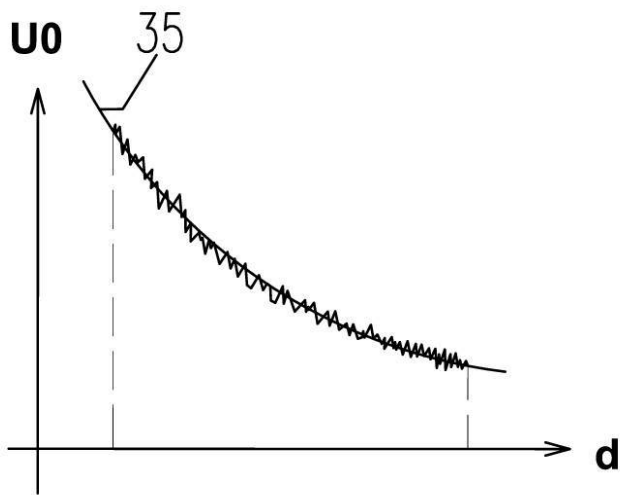
【図1】



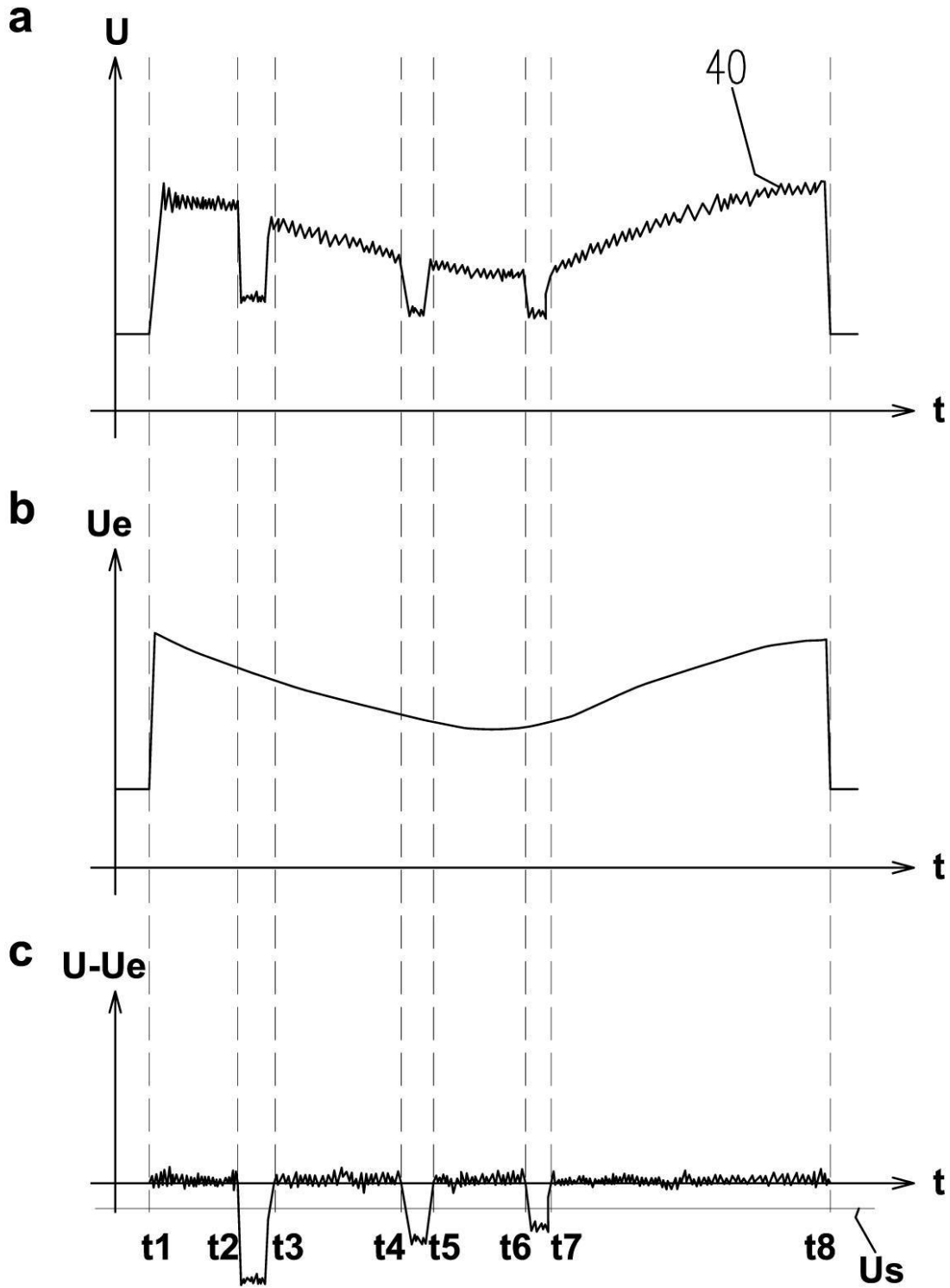
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

B 2 3 K 7/00 (2006.01)

G 0 5 B 19/18 (2006.01)

F I

B 2 3 K 10/00 5 0 2 B

B 2 3 K 7/00 5 0 5 E

G 0 5 B 19/18 W

テーマコード(参考)

【外国語明細書】
2014144528000001.pdf